

Protocolo

Botello Castillo Beatriz Adriana

24 November 2017

1. Introducción

En la actualidad vivimos inmersos en un mundo de tecnología que nos absorbe la mayoría de nuestras acciones cotidianas, con esto se llegó a un pensamiento para la creación para este trabajo de tesis. ¿Si el estudio del sonido ha avanzado de una manera inimaginable con ayuda de la tecnología, y cada dispositivo se ha adaptado a la sociedad, porqué no hacer lo mismo con la enseñanza del violín?, aclarando que la tecnología que se pretende desarrollar se puede adaptar a cualquier otro instrumento. Con esta aplicación se quiere acercar la tecnología a la educación musical, demostrar que son compatibles y permitir el avance en estos métodos, como lo hicieron muchos dispositivos en su tiempo y en su campo, como el fonógrafo, el teléfono, solo por mencionar alguno; más bien, si este tipo de aplicaciones que ayudan a la enseñanza de un instrumento ya existen, porqué no realizar una que sea lo más funcional posible, que tenga un índice de error muy pequeño, que ayude a educar el oído, porque para tocar el violín se necesita en especial un buen oído; que ayude también en la lectura, que son herramientas que necesita un músico de escuela como parte fundamental en su proceso y que le servirán a lo largo de su carrera. También existe el hecho de que es una máquina quien ayudará al músico a estudiar y que no tiene la sensibilidad de la persona, pero encontrando los parámetros adecuados se puede llegar a lograr que el usuario cree una afinidad en su oído para después él con ayuda o sin ayuda de su maestro (porque muchas veces esto ocurre) cree esa sensibilidad a la música, al conjunto de sonidos que su cabeza y oído ya reproduce.

2. Objetivos

- Crear un software libre para el estudio de la afinación y lectura del violín para principiantes.
- Adaptar el programa a partituras, desde estudios básicos hasta pequeñas melodías.
- Crear una herramienta de apoyo para el alumno y maestro que permita desarrollar habilidades cognitivas.
- Ayudar al desarrollo del oído y memoria muscular de los dedos, para conocer la localización de las notas en el diapasón y el sonido de ellas.
- Apoyar al alumno en la coordinación de mente, músculos y vista.

3. Marco Teórico

Basándonos en lo escrito por Fischer Simon en su libro titulado *The Violin Lesson*, nos habla de unos parámetros esenciales para tener una buena interpretación al momento de ejecutar cualquier obra, los cuales son el sonido, ritmo, estilo, expresión y tono. Estos en conjunto teniendo un bello sonido, tocar a tiempo, con el estilo del periodo en que fue compuesta la música y con sentimiento, se llega a una perfecta interpretación. De los 5 parámetros mencionados anteriormente, existen 3 que son los primordiales y que también Fischer se enfoca en ellos en su manual: sonido, tono y ritmo. Ya que para poder tocar un pasaje, se deben de tener las notas precisas, tanto en afinación, como en ritmo y por lo tanto añadirle un sonido tal que no permita distorsiones; porque estos 3 parámetros son el estilo y la expresión de la interpretación. Aquí es donde se basa la teoría de esta investigación y realización de proyecto, el cual es una aplicación para el estudio del violín, ocupa primordialmente estos parámetros, mediante la técnica de *score following* (Vercoe y Danneberg) y *pitch detection*, se tendrá dentro de la aplicación una partitura digital, se podrá ver lo que tocas y marcar los errores de afinación y de ritmo gracias al análisis en tiempo real de la señal de entrada, que en este caso será la señal del violín. Lo primordial al inicio del estudio del violín es la posición ya que es la parte fundamental para la técnica del instrumento y un tanto delicado porque no es una posición natural del cuerpo, ya que los brazos, el codo, las manos, en conjunto deben de mantener ciertos ángulos y posiciones dependiendo de la cuerda en que se esté

tocando. Teniendo esto resuelto, se comienza a enseñar la técnica de las manos para tocar el instrumento, como pasar el arco sobre la cuerda y la posición de los dedos de la mano izquierda en el diapasón, aunado a la posición, la mano izquierda debe de ser precisa y esto debe desarrollarse en los primeros años de enseñanza. Sobre todo esto se tiene una mención muy acertada de Leopold Mozart “es bastante fácil adquirir el hábito equivocado, pero no es tan fácil apartarse de él” (Mozart, 1756, p.57). En la mano izquierda influyen muchos factores para la interpretación, como desarrollar una agilidad y precisión para tener una buena afinación, realizar cambios de posición certeros y a su vez poder enriquecer el sonido mediante el *vibrato*, adornos, trinos y demás ornamentaciones musicales. Los dedos deben de colocarse de manera curva sobre el diapasón teniendo la muñeca recta y el dedo pulgar debe de ser colocado de manera relajada en el cuello del violín a la altura del dedo índice. Este trabajo se enfoca en la mano izquierda ya que es un factor de importancia en la interpretación del violín por lo que es importante dedicar estudio a esta parte. Lograr tocar de manera impecable son años de estudio, pero como alumnos contamos con una clase a la semana, y el estudio primordial viene de casa, por ende la mayoría de las veces, y más cuando somos principiantes simplemente repetimos y repetimos el pasaje sin saber si lo estamos tocando afinado y/o a tiempo, y los pasajes se comienzan a viciar, así hasta que llegamos a la siguiente clase, el maestro logra corregirnos los errores obtenidos en el estudio. Por tanto, se pretende que la aplicación sea una herramienta de apoyo para que el alumno avance de manera progresiva en el estudio del instrumento.

4. Hipótesis

Las técnicas digitales de *score following* y *pitch detection*, pueden ser de utilidad para aplicaciones de cómputo como apoyo al estudio de la afinación y la lectura en la enseñanza del violín

5. Antecedentes

5.1. Antecedentes educativos.

Se tiene una amplia bibliografía de métodos de enseñanza de violín, pero los métodos escritos antes del siglo XX se enfocan en la posición del violín y de la mano izquierda, estos ámbitos son importantes para desarrollar una buena

afinación. De ahí ya cada uno parte de la manera que sienten que es más prudente orientar al alumno para poder comenzar con el instrumento, hasta llegar a los ejercicios y después interpretaciones de las piezas musicales. Cada maestro aparte de basarse en los métodos de estudio, te enseña su técnica de postura, de los brazos, manos y dedos para una buena interpretación del instrumento. Para fines de esta investigación se expondrán a continuación los métodos de estudio del violín más utilizados con el fin de compararlos y mostrar que la mano izquierda desde su posición es una parte fundamental para el estudio del violín. Empezamos por el método escrito por Francesco Geminiani, violinista y compositor italiano (1687-1762). El arte de tocar el violín fue publicado en Londres en 1751, el cual basado en la técnica italiana para la ejecución del violín de esa época (Careri, 1993). En el enfoque de la técnica de la mano izquierda, pide al alumno a que coloque el dedo índice en la primera cuerda (Mi), el dedo medio en la segunda cuerda (La), dedo anular en la tercera cuerda (Re) y dedo meñique en la cuarta cuerda (Sol) de manera simultánea, esto con el fin de lograr una posición correcta para el codo. Otro método que es importante mencionar es el escrito por Leopold Mozart (1719-1787), llamado *Versuch einer Grundleichen Violinschule* publicado en 1756. Para la posición de la mano izquierda su técnica la define de la siguiente manera: El "mango", o más bien el cuello del violín, no debe tomarse con la mano entera como un trozo de madera, sino que debe sostenerse de tal manera entre el pulgar y el índice que descansa sobre un lado de la bola en la base del dedo índice, y en el otro lado contra la parte superior de la articulación del pulgar, pero de ninguna manera toca la piel que une el pulgar y el índice. El pulgar no debe proyectarse demasiado sobre el diapason, ya que de lo contrario podría estorbar al ejecutante. La parte inferior de la mano (es decir, donde se une al brazo) debe permanecer libre, y el violín no debe recostarse sobre él, ya que al hacerlo, los nervios que conectan el brazo y los dedos se presionarían entre sí y se contraerían, y los dedos tercero y cuarto no podrían estirarse (Solomon, 1995). Mozart recomienda el mismo ejercicio de Geminiani para la posición de los dedos en la mano izquierda. Mozart recomienda a los alumnos posicionar los dedos sobre las cuerdas para colocar de forma correcta la mano izquierda. Un método de importancia fue escrito en 1835 por Pierre Baillot, violinista y compositor francés (1771-1842) escribió el método titulado *L'Art du Violin* publicado por primera vez en 1835. En este libro también dice que la manera correcta de la posición de la mano es con el "agarre de Geminiani", poniendo el mismo ejemplo de los dedos en las cuerdas. Jacques Mazas (18782-1949), en 1830 escribió un método para el estudio del violín, poniendo

como base lo descrito por Geminiani. .^{E1} violín debe sostenerse entre el pulgar y un poco por debajo del dedo índice, debe existir un espacio entre el cuello del instrumento y la mano, el dedo pulgar debe ser recto pero no rígido. La palma no debe tocar el instrumento, y el codo debe colocarse verticalmente debajo del violín ”(Eddy, 1990, p.181). El método de Leopold Auer (1845-1930), pedagogo y violinista húngaro, publicado en 1921 llamado *Violín tocando como yo lo enseño*. Este método en especial enseña la técnica de la mano izquierda y la posición del violín. Explica que “el brazo izquierdo debe empujarse debajo de la parte posterior del violín para que los dedos caigan perpendicularmente bajo las cuerdas, y las puntas de los dedos caigan con decidida firmeza (Auer, 1921, p10.). De igual forma que todos los anteriores, como ejercicio para la posición, propone el ejercicio de Geminiani Carl Flesch (1873-1944), violinista y pedagogo húngaro, mejor conocido por escribir *Carl Flesch Scale System*. En el año 1923 publicó el método llamado *The Art of Violin Playing, Book One*. Se enfoca principalmente en la posición del violín, que esta no debe ser demasiado alta ni tan baja, porque afectaría la afinación del violín. También dice que la posición del brazo, la mano, los dedos y el pulgar están estrechamente vinculados y dependen uno del otro (Flesch, 1923, p.5). Menciona que los dedos de la mano izquierda deben mantenerse curvos(p.5), y cada dedo debe caer con su peso natural Otro método de los más utilizados hasta estos tiempos, es el de Ivan Galamian (1903-1981), pedagogo y violinista, titulado *Principles of Violin Playing* se publicó en 1962. Es uno de los métodos más utilizados, ya que aparte de abordar los aspectos tecnológicos y físicos del violín, también abarca los temas psicológicos que como estudiante de violín abarca (Galamian, 19762). Algo importante que menciona sobre la posición del violín es que “el codo nunca debe de estar rígido, ya que su posición cambia dependiendo de la posición de los dedos en las cuerdas” (p.14).Explica que los dedos deben caer sobre las cuerdas de manera perpendicular. Como vimos en todos los métodos antes mencionados, a los cuales podemos llamar clásicos, no por denominarlos a un período, sino por ser los más utilizados en la academia de violín; podemos notar que el “agarre de Geminiani” ha sido la base en la enseñanza del violín. Esta parte de la tesis se enfocó en el estudio de la posición del violín, por ser la base para lograr la afinación, al tener una buena posición tanto en la altura del violín como en el brazo, codo y dedos de la mano izquierda, se logra tener una buena afinación, desarrollándose con ejercicios básicos de los métodos antes mencionados, o de otros métodos con patrones como el Schradieck *School of Violin Technics* (1846-1918). Al tener estas bases sólidas se puede comenzar a

tocar estudios más complejos y piezas con mayor dificultad, al ser esto una parte importante, se requiere un gran estudio específico, que es donde aparece la idea para el desarrollo de un software para el estudio del violín.

5.2. Antecedentes tecnológicos

Es importante mencionar los términos de *score following* y *pitch detection*, ya que serán los métodos utilizados en el desarrollo del software para enseñanza del violín. En el año de 1984 se empezó el estudio de *score following* y de la mano con esto la interacción de interprete con la computadora (Vercoe y Dannenberg, 1983). Para lograr esto se usaba una programación de algoritmos para igualar los patrones de notas esperadas con las notas. En 1990 se agregaron métodos probabilísticos de optimización para el desarrollo de *score following*. Grubb y Dannenberg (1998) utilizaron la función de densidad de probabilidad para determinar el lugar donde se encontraba el solista en la partitura. En el año 2001, Orio y Schwarz utilizaron el Alineamiento Temporal interpretados por un solista. La técnica de *score following* realizada por Bloch y Dannenberg (1985) está hecho de dos partes: la primera es un segmento Matcher, el cual su función es seleccionar en la partitura lo que está tocando el solista. La segunda parte es llamada Accompanist, que como su nombre lo indica, su función es producir un acompañamiento a través de la información recibida por el Matcher. Como toda tecnología, el *score following* pasó por varias etapas, evolucionando desde la igualación técnica de los instrumentos de cuerda, *pitch detection* y modelos probabilísticos. Los ejecutantes que ocupan el *score following* ocupan dos tendencias: acompañamiento automático y la mezcla instrumental y electrónica de la música. Existen tres problemas importantes en esta técnica, los cuales están relacionados con la interacción entre el humano y la ejecución sintética: el primero es que los músicos pueden cometer errores durante la interpretación y desbalancear el *score following*. El segundo problema es el análisis en tiempo real de las señales de entrada, en este caso, señales musicales y los algoritmos de *pitch detection*. El último problema es la polifonía, ya que el análisis en tiempo real de varias señales reproducidas de manera simultánea, puede causar interferencias. Según Vercoe, el *score following* debe de realizar tres tareas: escuchar, ejecutar y aprender. Las dos primeras, escuchar y ejecutar, son obligatorias para el sistema; en tanto que aprender es la capacidad de aprovechar la experiencia como músico y esa ocuparla en el momento de tocar con el *score following*.

Tratando el tema de *pitch detection*, empezaremos con la percepción del tono,

lo cual es una parte importante a desarrollar, no sólo como violinista, sino como músico en general. Suzuki (creador de la filosofía de enseñanza de violín que lleva su nombre), decía que mientras el alumno escuche música, se entrenará su oído para la percepción del tono (John Kendall, 1987). Existen diversas formas para la detección de señales de audio, pero para el violín en específico, la segmentación de notas es un trabajo difícil. Las características con las que debe contar es la precisión, robustez y velocidad. La envolvente de la señal del violín es una pieza clave, porque permite la precisión en el algoritmo a desarrollar, y se necesita de la misma forma un decaimiento para controlar el inicio y el final de la nota. Hay dos parámetros importantes en el *pitch detection*, que son trascendentes en los instrumentos de cuerda: los armónicos y las habilidades al interpretar algo en el instrumento. El primer problema existe ya que no es fácil detectar el sobretono en un instrumento de cuerda y el segundo es que se pueden generar frecuencias complejas.

A continuación se muestra una serie de aplicaciones y softwares usados para la enseñanza en la música:

- Intonia es un software grabador de tono para instrumentos de cuerda que ayuda a "visualizar" la entonación. Al final de la grabación muestra varias gráficas que puede escoger el intérprete, como: afinación, amplitud, pantalla compuesta, y espectro de frecuencias. La grabación puede ser guardada para ser analizada posteriormente. "Analiza los cambios" (el vibrato y la articulación) y lo plasma de manera "evidente" en la pantalla.
- Sonic Visualizer. Al igual que Intonia es un programa para analizar señales de audio de archivos extensión .wav
- Piano Infinty. Es una aplicación que contiene un menú general de 4 ítems, a continuación, los iré en listando y describiendo:
 - Learn: te muestra un menú de canciones divididas en categorías por compositores, y al descargar la aplicación gratuita solamente puedes ocupar las canciones "*free songs*", al escoger alguna, te pasa a otra pantalla en la cual tienes la opción de cómo quieres aprender, ya sea con la digitación de los dedos de ambas manos, con una partitura o de manera de video juego donde van cayendo las notas y tienes que apretar la tecla indicada. Después te da a escoger si quieres aprender con ambas manos al mismo tiempo o escoger una primero, y por último la velocidad. Para fines de lo que se quiere crear, se escogió la

opción con partitura. El funcionamiento de esta opción es el siguiente, te pone un pentagrama de la música escogida, abajo un teclado pequeño donde te muestra la región del piano donde se está tocando y abajo de este un teclado que es donde se estará tocando. Arriba de las notas te pone los dedos con los que se tiene que tocar las notas y pasa un cursor en cada nota, la colorea de rojo para la clave de sol y azul para la clave de fa, y en el teclado te indica con los mismos colores, la tecla que tocarás, empiezas a tocar y hasta que no pulses la siguiente nota no continúa, tiene la función de metrónomo, pero cómo tal es un metrónomo normal, que no tiene mayor participación en el programa.

- Los otros menús son *Create*: en el cuál puedes componer tu música a través de las teclas, con la posibilidad de grabar lo que tocas.

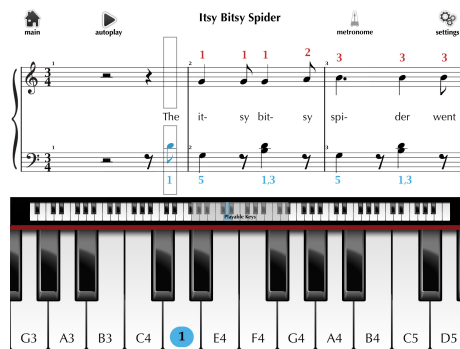


Figura 1: Piano Infinity

- Free Play Es un teclado para practicar lo que quieras
- *Starfall*: Es un tipo juego en el que caen círculos a velocidad de la pieza que escojas (sonando dicha pieza) y las tienes que ir apretando, es para adquirir destreza para los dedos.
- SimplyPiano. Esta es un aplicación para aprender a tocar piano, al empezar a usarla te da 3 opciones: no tienes conocimiento de piano, sabes lo básico, o eres un experto. Y a su vez te pregunta si tiene un piano o teclado. Dando la opción de tener piano, te pide activar el micrófono del dispositivo que estés ocupando. Al empezar al fondo de la pantalla te muestra un teclado con X octavas, y en la parte de en medio de la partitura te muestra las notas que vas a tocar, te marca arriba de la nota con

que dedo se debe tocar, los primeros ejercicios son prácticas para conocer las notas, después de 3 ejercicios de prácticas te pone una canción con un acompañamiento de fondo y debes de seguir la partitura y tocar las notas en el pentagrama. En dicho pentagrama te va pasando un cursor azul, el cual como vas tocando te va pintando la nota de azul, si tienes 3 errores seguidos en cuanto a notas, el programa para la pieza y empieza de nuevo; pero si los errores son de ritmo, también para la reproducción y te manda al modo práctica en el cual pone un metrónomo ya sin el fondo musical, y hasta que logres tocar la partitura en tiempo, te regresa al modo anterior para seguir practicando. También como experimento toque con violín y con saxofón las notas que pedían en los ejercicios y también las analiza si son las correctas o si están en la octava correcta, marcando de color la tecla correspondiente a la nota tocada y con un círculo blanco que aparece por un momento la marca en el pentagrama, enseñando cual nota tocaste y que no corresponde a la que se pide en la partitura



Figura 2: Simply Piano

- Cortosia (KORG). Es una aplicación realizada por la Universidad Pompeu Fabra en Barcelona, España, bajo la dirección del profesor Xavier Sierra, en conjunto con KORG, usando la tecnología *.Artistry* (*Automatic Rating Technology for Musical Instrument Players*). El objetivo de esta aplicación es desarrollar un buen sonido, para lograrlo, tiene un sonido preprogramado con los parámetros aceptados para lograr un "buen sonido". Los instrumentos para los que fue realizada la aplicación son: flauta, clarinete y trompeta; actualmente se le adicionaron violín, violoncello, saxofón, trombón y tuba; esto dependiendo de la versión de la aplicación con la que

se cuenta. Para tener un buen sonido, analiza 5 parámetros: estabilidad de la nota (frecuencia), estabilidad de la dinámica, estabilidad en el timbre, riqueza del timbre y ataque. Teniendo completos los 5 rangos se tiene un 100 por ciento de calidad en el sonido, ya que la pantalla está dividida en los 5 parámetros para dar el puntaje. El sonido se puede analizar en tiempo real o en grabación, dichas grabaciones se pueden guardar para contar con avances y es recomendable para alumnos intermedios o básicos. Aunado a esto la aplicación cuenta con un metrónomo. Las especificaciones con las que cuenta la aplicación son las siguientes:

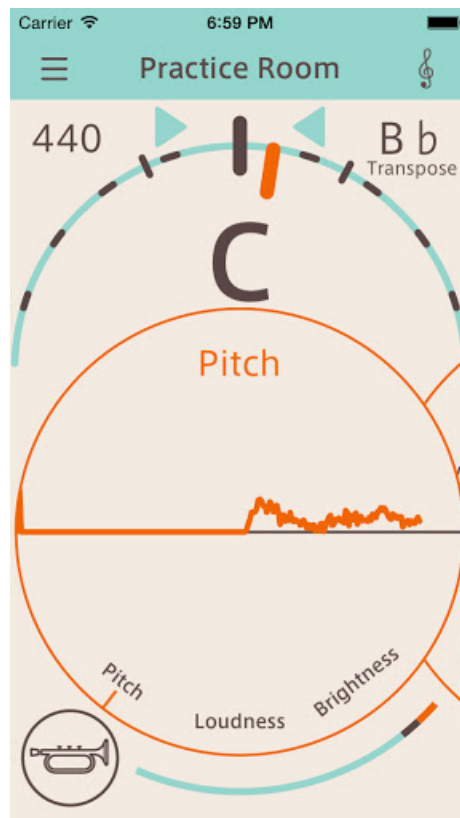


Figura 3: Cortosia

- Cuenta con las 12 notas del mismo temperamento.
- Rango del pitch: A1(55[Hz]) - G#7(3322[Hz]).
- Pitch de referencia: A4 (430-450 [Hz]).

- Rango de transposición: C, F, B bemol, E bemol.
 - Precisión: ± 0.1 cent.
- Sistema de Entrenamiento de Pitch en Tiempo Real para Alumnos de Violín. Este sistema fue creado por Jian-Heng Wang, Siang- An Wang, Wen-Chieh Chen, Ken-Ning Chang, Herng-Yow Chen. Su sistema se basa en el análisis en tiempo real de la señal del audio, enfocada en el *pitch*, el cual, es uno de los principios básicos en la interpretación del instrumento. Por principio dicen que su programa no necesita un absoluto silencio para ser programado y no contar con interferencias. Del mismo modo, diseñaron una interfaz donde los estudiantes pueden ajustar el tono reproducido mediante la retroalimentación en tiempo real. La señal de audio del violín se captura a través de un micrófono, la cual es enviada a un algoritmo para detectar el tono y poder ser evaluada. Tiene dos formas de operación para el alumno. La primera los alumnos deben de seguir el tiempo especificado para también practicar el ritmo, en la segunda forma, el libre la interpretación. Solamente cuando se practica de manera correcta se puede pasar a la siguiente nota. Para proporcionar una retroalimentación para el alumno, su algoritmo separa las notas adyacentes con el mismo valor de tono, pero estas también depende del nivel que tenga el alumno. Como retroalimentación al alumno, y sepan sus errores, el programa marca triángulos azules ascendentes para subir la afinación, y descendentes en color rojo para bajar la afinación, y puntos en verde en las notas correctas, cuando el error es grave, serán 3 triángulos los que se marcaran en la nota.

De estos sistemas antes mencionados se puede concluir que los sistemas de retroalimentación asistidas por medio electrónico apoyan de manera favorable el aprendizaje de la música.

6. Metodología

El software será diseñado con herramientas de *score following* y *pitch detection* que creamos sean las mejores para el tipo de software a crear y hacerlo funcional, por ende se necesita que se reciba la señal de audio que emite el alumno, para poder hacer el análisis en tiempo real en conjunto con el *score following* de la partitura seleccionada, para que el alumno comprenda el programa se pondrá una marca en las notas que no tiene una buena afinación, para

que el ejecutante pueda distinguir si se encuentran altas o bajas. El programa permitirá que el tiempo se mueva a conveniencia con fines de estudio en la lectura musical. Al crear un software de este tipo también se deben tomar en cuenta cuestiones musicales que tiene el músico al momento de la interpretación, como lo son: la dinámica, el timbre y tono. Todo esto para crear un modelo multimodal, para que el software vaya en el tiempo exacto de la partitura. Para poder ser analizado en tiempo real, se debe tener un retraso no tan significativo en el programa que de tiempo del análisis completo de la señal y que haya fluidez para seguir el ritmo de la pieza musical. A partir de la señal de audio se puede analizar el tono, la amplitud, y el timbre de la señal y con la información obtenida se puede analizar los cambios dinámicos, y ritmo encontrados en la partitura, que el compositor ha considerado importantes; y utilizar esa información para controlar la expresividad musical. De manera empírica se busca que si el programa encuentra 5 errores en la interpretación del músico, se suspende en automático la ejecución, colocando los errores en los lugares de la partitura digital, o en su defecto se pueden tener más de 5 errores y terminar con la interpretación y de la misma manera se señalaran los errores en la partitura digital, esto será a elección del ejecutante. Para desarrollar el software primero se hará una entrevista con maestros de la academia del violín, para conocer el impacto ya sea positivo o negativo que ellos creen que tendrá un software de este tipo en el estudio del violín, y conocer cuáles serían los parámetros principales para desarrollarlo. A la par se empezará a analizar códigos sobre *pitch detection* para conocer los alcances y límites que se puedan tener. Al tener las entrevistas, empezar a desarrollar el programa para poder realizar experimentos con maestros y alumnos, para realizar mejoras si son necesarias. Al ser un software libre, también debemos de tomar en cuenta otros factores de programación e investigar las mejores plataformas que sean más cómodas para el alumno, se quiere hacer una web, para que no se tenga que hacer compatibilidad específica con sistemas operativos, sino que de lo contrario pueda ser abierto y se tenga accesibilidad a él. Otro punto importante que se tratará después de realizarlo, es que la aplicación se pueda usar sin conexión a internet por si en su momento el alumno no cuenta con una red WiFi u otro modo para conectarse a la red. También se estudiará el caso de un micrófono específico o en su defecto como eliminar el ruido ambiental en los micrófonos que traen los dispositivos, para que la señal de entrada tenga mayor fidelidad. Otro tema de importancia es que no sólo el alumno interactúe con el programa, también sería interesante que los maestros tengan un control en la interpretación de los alumnos con ayuda del

software para que puedan analizarlas y monitorear el aprendizaje de los alumnos durante el tiempo que se está sin tener clase presencial con el maestro.

7. Bibliografía

Allen, P. and Dannenberg, R.B. Tracking Musical Beats in Real Time. School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213 USA.

Applebaum, S. (1972). Applebaum string method: A conceptual approach. Miami: Belwin Mills Publishing Corporation.

Applebaum, S. (1960). String builder: A string class method. Miami: Belwin Mills Publishing Corporation.

Auer, L. (1921). Violin playing as I teach it. New York: Frederick A. Stokes Company.

Baillot, P. (1835). L' Art du Violin. Paris: Depot Central de la Musique.

B. Baird, D. Blevins, and N. Zahler. Artificial Intelligence and Music: Implementing an Interactive Computer Performer. Computer Music Journal

Cont, A. On The Creative Use of Score Following and Its Impact on Research. IRCAM CNRS STMS. Musical Representations Team.

Cont, A. and Schwarz, D. (2006) Score Following Proposal. http://www.music-ir.org/mirex2006/index.php/Score_Following_proposal.

Dannenberg, R. B. (1989) Real-time Scheduling and Computer Accompaniment. MIT Press Series in System Development Foundation Benchmark

Dannenberg, R. B. (2000) Artificial Intelligence, Machine Learning, and Music Understanding. Proceedings of the 2000 Brazilian Symposium on Computer Music: Arquivos do Simpósio Brasileiro de Computação Musical (SBCM).

De la Cuadra, P., Master, A., and Sapp, C. Efficient Pitch Detection Techniques for Interactive Music. Center for Computer Research in Music and Acoustics, Stanford University.

Dixon, S. (2001) Automatic Extraction of Tempo and Beat Form Expressive Performances. Journal of New Music Research.

Dobrian, C. Strategies for Continuous Pitch and Amplitude Tracking in Real-time Interactive Improvisation Software. Department of Music, University of California, Irvine. Irvine CA 92697-2775 USA.

Eddy, M. (1990). American violin method books and European teachers, Geminiani to Spohr. American Music, 8, 167-209.

Fisher, Simon. The Violin Lessons

- Flesch, C. (1939). The art of violin playing. New York: Carl Fischer, 1939.
- Galamian, I. Interpretacion y Ensenanza del violin. (1984) Ediciones Piramide.
- Geminiani, F. (1751). The art of playing on the violin. London: J. Johnson.
- Gracida, G. y Orduna, F. Evocanto: Programa de computo para analizar la voz cantada mediante tecnicas de procesamiento digital de senales. Grupo de Acustica y Vibraciones, Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnologico (CCADET), Universidad Nacional Autonoma de Mexico (UNAM).
- Kinoshita, H. and Obata, S. (2009). Left Hand Finger Force in Violin Playing: Tempo, Loudness and Finger Differences. J. Acoust. Soc. Am. Konczak J., vander Velden H., and Jaeger L. (2009): Learning to play the violin: Motor Control by Freezing, Not Freeing Degrees of Freedom. Journal of Motor Behavior.
- Mozart, L. (1756). Versuch einer grundlichen violinschule. Augsburg: J. J. Lotter.
- Muller, J. Rusch, H. (1961). Muller-Rusch string method. San Diego: Neil A. Kjos Music Company.
- Orio, N., Lemouton, S., Schwarz, D. and Schnell, N. (2003) Score Following: State of the Art and New Developments. New Interfaces for Musical Expression, Montreal.
- Orio, N. and Schwarz, D. (2001) Alignment of Monophonic and Polyphonic Music to a Score. Proceedings of the 2001 International Computer Music Conference.
- Pardo, B. and Birmingham, W. (2005) Modeling Form for On-line Following of Musical Performances. Proceedings of the Twentieth National Conference on Artificial Intelligence, Pittsburgh, Pennsylvania Puckette, M. and Lippe, C. Score Following in Practice. In Proceedings of the ICMC
- Raphael, C. A Probabilistic Expert System for Automatic Musical Accompaniment. Jour. of Comp. and Graph. Stats Schoonderwaldt, E. and Altenmuller, E. Mastering the violin: Motor Learning in Complex Bowing Skills. Institute of Music Physiology and Musicians Medicine, Hanover University of Music, Drama, and Media, Germany.
- Solomon, M. (1995). Mozart: A Life. New York: Harper Collins.
- Strange, P. and Strange, A. (2001) The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques. Univerity of California PRESS
- Wang Jian-Heng, Wang Siang-An, Chen Wen-Chieh, Chang Ken-Ning, Herng-Yow, REAL-TIME PITCH TRAINING SYSTEM FOR VIOLIN LEARNERS,

Chen Department of Computer Science and Information Engineering, National
Chi Nan University, Taiwan